

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-216876

(43)Date of publication of application : 27.08.1996

(51)Int.Cl.

B61B 13/10  
 B23Q 5/28  
 B25J 5/00  
 B62D 57/024  
 G01N 21/84  
 // G02B 23/24

(21)Application number : 07-025223

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 14.02.1995

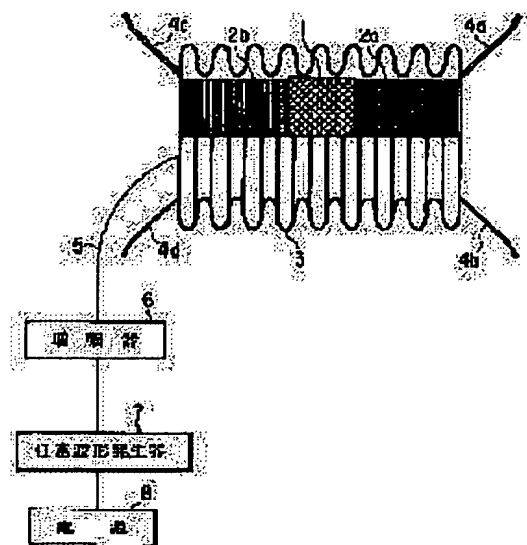
(72)Inventor : KAWAKITA SHINICHIRO  
 OYA NOBUYUKI  
 IDOGAKI KOJI

## (54) IN-PIPE TRAVELING DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an in-pipe traveling device that is travelable in a state that the whole device keeps a stable attitude in a pipeline as in stableness.

**CONSTITUTION:** This device is provided with an inertial body 1 and two piezoelectric elements 21 and 2b being connected to this inertial body and expansibly deformed by way of the impression and release of voltage. In this in-pipe traveling device, traveling by means of inertly driving the inertial body 1 with these piezoelectric elements 2a and 2b, each two of pins 4a, 4b and 4c, 4d in contact with a pipe wall each is installed in both ends in front and in the rear of the device, and these two by two pins 4a, 4b and 4c, 4d are symmetrically installed with one another to the center shaft. Since two by two pins are installed in both front and rear ends at the symmetrical position, these pins come to contact with the inner surface of a diametral part of a pipeline, whereby this device can be kept in a stable attitude, and thus even in the case of movements, this device can be kept in the stable attitude.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-216876

(43)公開日 平成8年(1996)8月27日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 1 B 13/10			B 6 1 B 13/10	
B 2 3 Q 5/28			B 2 3 Q 5/28	
B 2 5 J 5/00			B 2 5 J 5/00	Z
B 6 2 D 57/024			G 0 1 N 21/84	B
G 0 1 N 21/84			G 0 2 B 23/24	C
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平7-25223

(22)出願日 平成7年(1995)2月14日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 川北 晋一郎

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 大矢 信之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 井戸垣 孝治

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

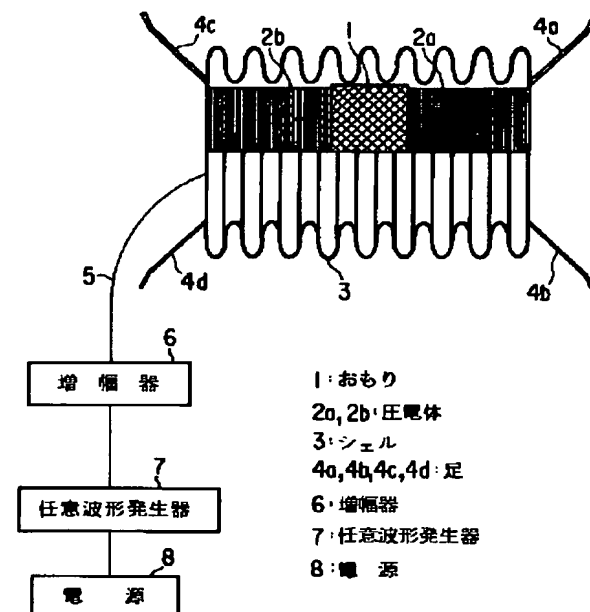
(54)【発明の名称】 管内移動装置

(57)【要約】

【目的】装置全体が配管内で安定した姿勢を保ち、安定な状態で移動可能な管内移動装置を提供する。

【構成】慣性体1と、この慣性体1に連結され電圧の印加および解除により伸縮変形する圧電素子2a、2bとを備え、この圧電素子2a、2bにて上記慣性体1を慣性駆動することにより移動する管内移動装置において、上記装置の前後の端部にそれぞれ管壁に接触する2個ずつの足4a、4bおよび4c、4dを設け、これら2個ずつの足4a、4bおよび4c、4dは中心軸に対して互いに対称に設けられていることを特徴とする。

【作用】前後端部に2本ずつの足を対称位置に設けたので、これら足がそれぞれ配管の直径部内面に接触するようになり、装置を安定姿勢に保つことができ、移動する場合でも装置を安定した姿勢に保つことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 慣性体と、この慣性体に連結され電圧の印加および解除により伸縮変形する圧電素子とを備え、この圧電素子にて上記慣性体を慣性駆動することにより移動する管内移動装置において、上記装置の前後の端部にそれぞれ管壁に接触する 2 個ずつの足を設け、これら 2 個ずつの足は中心軸に対して互いに対称に設けられていることを特徴とする管内移動装置。

【請求項 2】 前後合計 4 本の足は、中心軸を通る平面上に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の管内移動装置。

【請求項 3】 前部の足と後部の足は中心軸の回りに互いに回転可能に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の管内移動装置。

【請求項 4】 慣性体の両端に、一方が伸びるときに他方が縮むように作動する圧電素子をそれぞれ連結したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 に記載の管内移動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、工業配管や生体管路などの内部を慣性力を利用して自走可能な管内移動装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】最近、原子力発電プラントなどで使用されている内径数mmの配管内の傷を検査する装置として、マイクロ検査マシンが開発されている。この種のマイクロ検査マシンは、外径が数mmで上記配管内を自由に動き得る大きさに形成されており、先端に管内の傷を検査するセンサーを有し、その後駆動部を備えている。駆動部は、慣性体に電圧の印加および解除により伸縮作動する圧電素子、例えば積層圧電体を連結して構成されており、圧電素子の伸縮作用により慣性体の慣性を利用して寸道移動するようになっている。

【0003】すなわち、このような慣性力を利用した寸道型の管内移動装置は、特開平 4 - 1 7 6 7 7 0 号公報に示されており、圧電素子に印加する駆動電圧を制御するとこの圧電素子が伸縮し、この伸縮作動のいずれか一方の動きを慣性体の慣性により規制することによって装置全体を移動させ、このような移動を繰り返して管内を自走行するようになっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報に示された従来の管内移動装置は、伸縮作動する圧電素子の一端に管内の摩擦力を受ける移動体を設けるとともに他端に上記移動体より質量の小さな慣性体を設け、移動装置全体は上記移動体により支えられる構造となっている。このため、装置全体は片端支持の構造となり、自立が不安定であり、移動体の管壁との接触面積が大き

いので管壁表面の影響を大きく受けて移動が不安定であるという問題がある。

【0005】また、配管の通路が屈曲している場合、移動装置の先端を屈曲方向へ向けて円滑に変更し難いという不具合もある。この発明はこのような事情にもとづきなされたもので、その目的とするところは、装置全体が配管内で安定した姿勢を保ち、安定な状態で移動可能な管内移動装置を提供しようとするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、慣性体と、この慣性体に連結され電圧の印加および解除により伸縮変形する圧電素子とを備え、この圧電素子にて上記慣性体を慣性駆動することにより移動する管内移動装置において、上記装置の前後の端部にそれぞれ管壁に接触する 2 個ずつの足を設け、これら 2 個ずつの足は中心軸に対して互いに対称に設けられていることを特徴とする管内移動装置である。

【0007】請求項 2 の発明は、前後合計 4 本の足は、中心軸を通る平面上に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の管内移動装置である。請求項 3 の発明は、前部の足と後部の足は中心軸の回りに互いに回転可能に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の管内移動装置である。

【0008】請求項 4 の発明は、慣性体の両端に、一方が伸びるときに他方が縮むように作動する圧電素子をそれぞれ連結したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 に記載の管内移動装置である。

## 【0009】

【作用】請求項 1 の発明によれば、装置の前後端部にそれぞれ 2 本ずつの足を対称位置に設けたので、これら足がそれぞれ配管の直径部内面に接触するようになる。したがって配管内で装置の姿勢を安定した状態に保つことができ、かつ前進または後進の場合でも装置を安定した姿勢に保つことができる。

【0010】請求項 2 の発明によれば、前後合計 4 本の足が中心軸を通る平面上に設けられているから、屈曲管路を通るときに装置全体が回転して抵抗の少ない姿勢に変わり、屈曲部を円滑に通過することができる。

【0011】請求項 3 の発明によれば、前後合計 4 本の足のうち、前部の足と後部の足が中心軸の回りに互いに回転可能に設けられているから、屈曲管路を通るときに前部の足、または後部の足が独自に回転して抵抗の少ない姿勢に変わり、屈曲部を円滑に通過することができる。

【0012】請求項 4 の発明によれば、慣性体の両端に、一方が伸びるときに他方が縮むように作動する圧電素子をそれぞれ連結したから、1 サイクルにおける寸道距離が大きく、よって移動速度が早いとともに、前進の場合と後進の場合とで動作の差を生じ無くすることができる。

【0013】

【実施例】以下本発明について、図1ないし図7に示す第1の実施例にもとづき説明する。図1は、管内移動装置の全体の構成を示す半分を断面した側面図であり、同図において符号1は慣性体としての重りである。この重り1は比重の高い金属、例えば鉛などにより形成されており、前後方向両端部にはそれぞれ急激な伸縮運動が可能なアクチュエータ、すなわち電圧を印加すると伸縮動作する圧電素子2a、2bが接合されている。本例の圧電素子2a、2bは、数10層からなる積層構造の圧電体(PZT)が用いられている。これら積層圧電体2a、2bは上記重り1に対し急激な伸縮動作を減衰することなく伝達するため、強固に接着または接合されている。

【0014】上記重り1および積層圧電体2a、2bは、配管内の外乱から保護するためのシェル3により覆われている。シェル3は放熱面積を確保するため金属製の蛇腹形円筒形状をなしており、剛性を有している。なお、このシェル3は伸縮動作してもよいが伸縮動作しなくてもよい。シェル3の両端部は、上記積層圧電体2a、2bのそれぞれ重り1が接合されていない前端部および後端部に強固に接着または接合されている。

【0015】なお、シェル3と積層圧電体2a、2bは、シェル3と積層圧電体2a、2bとの電極(図示しない)との短絡を防ぐため、これら端部の接着部以外では接触しないように配置されており、かつシェル3と重り1は、これらの間で摩擦抵抗が生じるのを防ぐため相互に接触(干渉)しないように配置されている。

【0016】上記シェル3の前端部および後端部にはそれぞれ2本ずつの足4a、4bおよび4c、4dが取り付けられている。これら足4a、4bおよび4c、4dはそれぞれSUSなどの金属からなる細いワイヤにて形成されており、各々前方斜め方向および後方斜め方向に伸びていて、先端が配管壁の内面に当接するようになっている。

【0017】これら足4a、4bおよび4c、4dは、それぞれ前側の2本の足4a、4bが重り1および積層圧電体2a、2bを貫通する中心線に対称に配置されており、かつそれぞれ後側の2本の足4c、4dも上記中心線に対称に配置されている。本実施例では、合計4本の足4a、4bおよび4c、4dが、図2に示すように、装置の正面から見た場合に装置の直径上にあり、つまり4本の足4a、4bおよび4c、4dは配管内面に接する点が上記中心線を通る同一平面上に位置するように形成されている。

【0018】上記積層圧電体2a、2bはそれぞれ配線5および増幅器6を介して任意波形発生器7に接続されている。任意波形発生器7は電源8の電圧を、図3または図5に示すような数kHzの鋸歯形電圧波形などに任意に変更設定し得るものであり、この任意波形発生器7

にて選定された電圧波形は上記増幅器6にて0~100Vに増幅され、配線5を介して積層圧電体2a、2bに印加されるようになっている。

【0019】このように構成された管内移動装置の作用を説明する。図4は、管内移動装置が配管10の内部を図の左から右に向かって移動する場合を示すものである。上記任意波形発生器7にて、図3に示すような、緩やかに立上がり、瞬時に0または負に戻されるような鋸歯形電圧の電圧を数kHz発生し、この鋸歯形電圧を増幅器6にて増幅して積層圧電体2a、2bに印加する。このとき、前部の積層圧電体2aに負の立上がり電圧を印加するとともに、後部の積層圧電体2bに正の立上がり電圧を印加する。すると、図4の(4-A)図ないし(4-C)図に示す通り、前部の積層圧電体2aはゆっくり縮むとともに後部の積層圧電体2bはゆっくり伸びる。この場合、前足4a、4bと後足4c、4dの距離は変化せず、したがってシェル3の長さは変化しないから、重り1のみが右方に移動する。

【0020】(4-B)図は重り1が右側に移動途中の状態を示し、(4-A)図に示す最初の位置から寸法aだけ移動した時であり、(4-C)図は重り1が一番右側へ移動した時の状態を示し、(4-B)図に示す位置からさらに寸法b分移動した状態である。したがって、(4-C)図に示す状態は、重り1が(4-A)図に示す最初の位置から寸法a+bだけ移動した状態を示す。

【0021】このような重り1の移動後、印加電圧を急に元に戻す。すると、縮んでいた前部の積層圧電体2aは元の長さに急激に伸び、かつ伸びていた後部の積層圧電体2bは元の長さに急激に縮む。このとき、重り1の慣性力(静止力)が、各足4a、4bおよび4c、4dと配管10の内面との静止摩擦より大きくなるように設定されていることにより重り1は動かず、しかも前足4a、4bと後足4c、4dの距離は変化せず、シェル3の長さも変化しないことから、各足4a、4bおよび4c、4dが配管10の内面と摺動して装置全体が図4の(4-D)図に示すように前進する。

【0022】なお、この場合、足4a、4bおよび4c、4dと配管10の内面との間に若干の摩擦抵抗があるため、重り1は微小量 $\delta$ だけ戻る。したがって、上記のように、緩やかに立上がりかつ瞬時に元に戻されるような鋸歯形電圧の電圧を1サイクルかけると、装置全体は寸法 $X = a + b - \delta$ に相当する距離を前進移動することになる。以後、上記鋸歯形電圧の電圧を複数サイクルかければ、このサイクル数に応じて上記動作を返し、よって管内移動装置は配管10内を左から右に向けて順次寸道する。

【0023】また逆に、上記第1の実施例の管内移動装置を、配管10の内部を図の右から左に向かって移動する場合は、上記積層圧電体2a、2bにかかる電圧の正負を逆にする。すなわち、図示しないが、前部の積層圧

電体2aに正のゆっくりとした立上がり電圧を印加し、かつ後部の積層圧電体2bに負のゆっくりとした立上がり電圧を印加する。すると、図4の(4-A)図ないし(4-C)図に示す場合と逆に、前部の積層圧電体2aがゆっくり伸びるとともに後部の積層圧電体2bがゆっくり縮み、これにより重り1は左方に移動する。

【0024】この重り1の移動後、印加電圧を急に元に戻すと、伸びていた前部の積層圧電体2aは元の長さに急激に縮み、かつ縮んでいた後部の積層圧電体2bは元の長さに急激に伸び、このとき、重り1の慣性力(静止力)により、足4a、4bおよび4c、4dが配管10の内面に摺動して左方向に移動する。よって、この場合は、管内移動装置が配管10内を右から左に向けて寸道する。

【0025】前部の積層圧電体2aと後部の積層圧電体2bとの構造を同一にしておけば、管内移動装置が右側へ移動するときの寸道距離と、左側へ移動するときの寸道距離を同じにすることができ、往路と復路の動作の差を無くすることができる。

【0026】上記構成の管内移動装置は、任意波形発生器7により図3とは異なる他の電圧波形を選択して積層圧電体2a、2bに印加することによって他の動作により前進および後進させることもできる。すなわち、図5は、任意波形発生器7にて発生された瞬時に立上がりかつ緩やかに0または負に戻されるような鋸歯形波の電圧波形を示し、図6はこの電圧波形を用いて管内移動装置を前進移動させる場合を示す説明図である。

【0027】つまり、任意波形発生器7にて発生された図5の鋸歯形電圧を増幅器6にて増幅して積層圧電体2a、2bに印加する。このとき、前部の積層圧電体2aに正の急激な立上がり電圧を印加するとともに、後部の積層圧電体2bに負の急激な立上がり電圧を印加する。すると、図6の(6-A)図から(6-B)図に示す通り、前部の積層圧電体2aは急激に伸びるとともに後部の積層圧電体2bは急激に縮む。

【0028】このとき、重り1の慣性力(静止力)が、各足4a、4bおよび4c、4dと配管10の内面との静止摩擦力より大きくなるように設定されているから重り1は動かず、しかも前足4a、4bと後足4c、4dの距離Lは変化せず、シェル3の長さも変化しないことから、各足4a、4bおよび4c、4dが配管10の内面と摺動して装置全体が(6-B)図に示すように前進する(前進距離X)。

【0029】この後、これら積層圧電体2a、2bに印加した電圧をそれぞれゆっくり戻す。すると、前部の積層圧電体2aはゆっくり縮み、後部の積層圧電体2bはゆっくり伸びる。この場合、前足4a、4bと後足4c、4dの距離Lは変化せず、したがってシェル3の長さは変化しないから、重り1のみが(6-C)図および(6-D)図に示すように右方へ移動する。

【0030】(6-C)図は重り1が右側に移動する途中の状態を示し、(6-B)図に示す位置から寸法aだけ移動した時であり、(6-D)図は重り1が中立位置へ移動した時の状態を示し、(6-C)図に示す位置からさらに寸法b分移動した状態である。したがって、

(6-D)図に示す状態は、重り1が(6-A)図に示す最初の位置から寸法a+bだけ移動した状態を示し、管内移動装置は $X = a + b$ に相当する距離を前進移動することになる。

【0031】このような寸道を1サイクル毎に繰り返す、サイクル数に応じて管内移動装置は配管10内を左から右に向けて順次前進する。逆に、上記管内移動装置を配管10の右から左に向けて移動させる場合は、上記図6に示した積層圧電体2a、2bにかかる電圧の正負を逆にし、図示しないが、前部の積層圧電体2aに負の急激な立上がり電圧を印加し、後部の積層圧電体2bに正の急激な立上がり電圧を印加する。すると、図6の(6-A)図ないし(6-B)図に示す場合と逆に、前部の積層圧電体2aが急激に縮むとともに後部の積層圧電体2bが急激に伸び、これにより重り1は左方に移動する。このとき、重り1の慣性力(静止力)により重り1は動かず、各足4a、4bおよび4c、4dと配管10の内面とが摺動して装置全体が(6-B)図と逆方向に後進する。

【0032】この後、印加電圧をゆっくりと元に戻すと、縮んでいた前部の積層圧電体2aは元の長さにゆっくり伸びるとともに、伸びていた後部の積層圧電体2bは元の長さにゆっくり縮み、よって重り1は前部の積層圧電体2aと後部の積層圧電体2bとの中立位置に移動する。

【0033】このような動作を繰り返すことにより管内移動装置は配管10の右から左に向けて移動することができる。この場合も、前部の積層圧電体2aと後部の積層圧電体2bとの構造が同一であるから、管内移動装置が右側へ移動するときの寸道距離と、左側へ移動するときの寸道距離を同じにすることができ、往路と復路の動作の差を無くすることができる。

【0034】さらに、上記構成の管内移動装置は屈曲した管路を進む場合、走行方向を自分で変えながら円滑に進むことができる。すなわち、屈曲管路12を進む場合の作動を図7に示す。(7-A)図は、管内移動装置の4本の足4a、4bおよび4c、4dと管壁との接触点を含む平面が、屈曲管路12の屈曲方向と同一面である状態である場合を示し、この状態で管内移動装置が管路12の屈曲部に到達すると、いずれか一方の前足2aまたは2bと屈曲した管壁との摩擦抵抗が増大する。このまま前進を続けると、上記いずれか一方の前足2aまたは2bに加わる抵抗を低減しようとして管内移動装置は(7-B)図に示すように、右または左に回転(自転)することになる。

【0035】このため、管内移動装置は屈曲管路12内で螺旋状に回転し、(7-C)図に示すように、4本の足4a、4bおよび4c、4dと管壁との接触点を含む平面が、屈曲管路12の屈曲方向と垂直な姿勢となり、これにより摩擦抵抗の少ない姿勢となり、この状態で前進する。

【0036】これは、上記4本の足4a、4bおよび4c、4dが同一平面内に配置されていることによって可能であり、よってこのような構成であれば、屈曲した管路12を自分で方向転換しながら円滑に進むことができる。

【0037】このようなことから、上記の管内移動装置に探傷センサー(図示しない)を取り付けておけば、上記管内移動装置の前進または後進に応じて探傷センサーを管内で前進または後進させることができ、管内面の傷などを検査することができる。しかも、積層圧電体2a、2bは小形のものを作ることができ、外径6mm、長さ20mm程度のマイクロ検査マシンの製造も可能である。

【0038】図8および図9は、本発明の第2の実施例を示す管内移動装置の図である。この実施例の場合は、前部積層圧電体2aおよび後部積層圧電体2bにそれぞれ放熱フィン6a、6bを取り付けてある。一般に積層圧電体は、電圧の印加および解除による伸縮作用によって発熱する性質があり、このため前部積層圧電体2aおよび後部積層圧電体2bのそれぞれ端部に放熱フィン20a、20bを取り付けておくと、これら放熱フィン20a、20bの放熱作用により放熱されるから積層圧電体の温度上昇を抑制することができ、寿命特性が向上する。

【0039】図10および図11は、本発明の第3の実施例を示す。この管内移動装置は、前足4a、4bおよび後足4c、4dの少なくともいずれか一方が、シェル3に対して支軸30、30により回転可能に取り付けられた例である。このようにすれば、図7に示すような屈曲管路12を進む場合、屈曲部で前足4a、4bの一方に摩擦抵抗が加わった場合、管内移動装置の全体が螺旋状に回転(自転)することなく、前足4a、4bのみが回転して屈曲方向を含む面に対して垂直姿勢になり、屈曲部を円滑に進むことができる。なお、後足4c、4dが屈曲部に差し掛かった場合も後足4c、4dのみが回転して摩擦の少ない姿勢になる。

【0040】図12は本発明の第4の実施例を示す。この実施例は、重り1の一端のみに圧電素子、つまり積層圧電体2を接合したものである。すなわち、前記第1ないし第3の実施例では、重り1の前後にそれぞれ積層圧電体2a、2bを接合した構造の管内移動装置を説明したが、図12に示す第4の実施例は、重り1の一端に積層圧電体2を接合した構造である。積層圧電体2の端部にはシェル3の一端が接合されており、このシェル3の

他端は重り1から離れている。そして、シェル3の前端部に2個の前足4a、4bが取り付けられているとともに、シェル3の後端部に2個の後足4c、4dが取り付けられている。

【0041】このような構造の場合でも、積層圧電体2が急激に縮むまたは伸びるときには、重り1の慣性力で重り1は移動せずにシェル3が前または後ろに移動し、上記積層圧電体2がゆっくり伸びるまたは縮むときにシェル3は、足4a、4bおよび4c、4dと管壁との摩擦で動かず、重り1が移動する。よって、前または後に寸道可能である。なお、上記第1ないし第3の実施例ではシェル3を使用したか、これらの実施例ではシェル3を省略してもよい。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明によれば、装置の前後端部にそれぞれ設けた2本ずつの足が配管の直径部内面に接触するようになり、装置の姿勢を配管内で安定した状態に保つことができ、かつ前進または後進する場合でも装置を安定した姿勢に保つことができる。

【0043】また、請求項2の発明によれば、合計4本の足を中心軸を通る平面上に設けたから、屈曲管路を通るときに装置全体が回転して抵抗の少ない姿勢に変わり、屈曲部を円滑に通過することができる。

【0044】請求項3の発明によれば、前後合計4本の足のうち、前部の足と後部の足を中心軸の回りに互いに回転可能に設けたから、屈曲管路を通るときに前部の足、または後部の足が独自に回転して抵抗の少ない姿勢に変わり、屈曲部を円滑に通過することができる。

【0045】請求項4の発明によれば、慣性体の両端にそれぞれ圧電素子を連結したから、圧電素子を1つ用いる場合に比べて、1サイクルにおける寸道距離が大きくなり、よって移動速度が早くなるとともに、前進の場合と後進の場合とで動作の差を無くすこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す管内移動装置の一部断面した側面図。

【図2】同管内移動装置の一部断面した正面図。

【図3】同実施例の任意波形発生装置で選択された鋸歯形電圧波形の1種を示す電圧波形図。

【図4】同波形の電圧を印加して管内移動装置を前進させるときの作用を示し、(4-A)図ないし(4-D)図は動作順に示す説明図。

【図5】任意波形発生装置で選択された鋸歯形電圧波形の他の種類を示す電圧波形図。

【図6】同波形の電圧を印加して管内移動装置を前進させるときの作用を示し、(6-A)図ないし(6-D)図は動作順に示す説明図。

【図7】同管内移動装置が屈曲管路を進む場合の作用を示し、(7-A)図ないし(7-C)図は動作順に示す

説明図。

【図8】本発明の第2の実施例を示す管内移動装置の一部断面した側面図。

【図9】同管内移動装置の一部断面した正面図。

【図10】本発明の第3の実施例を示す管内移動装置の断面図。

【図11】同管内移動装置の正面図。

【図12】本発明の第4の実施例を示す管内移動装置の断面図。

【符号の説明】

\* 1…重り（慣性体）

2a, 2b…積層圧電体

3…シェル

4a, 4b…前足

4c, 4d…後足

7…任意波形発生器

8…電源

10…配管

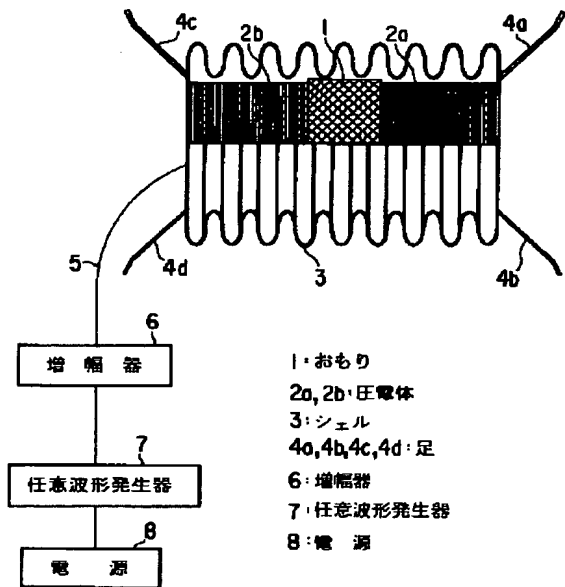
12…屈曲管路

20a, 20b…放熱フィン

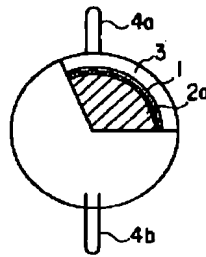
30…支軸

\* 10

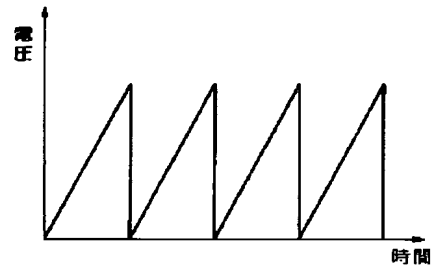
【図1】



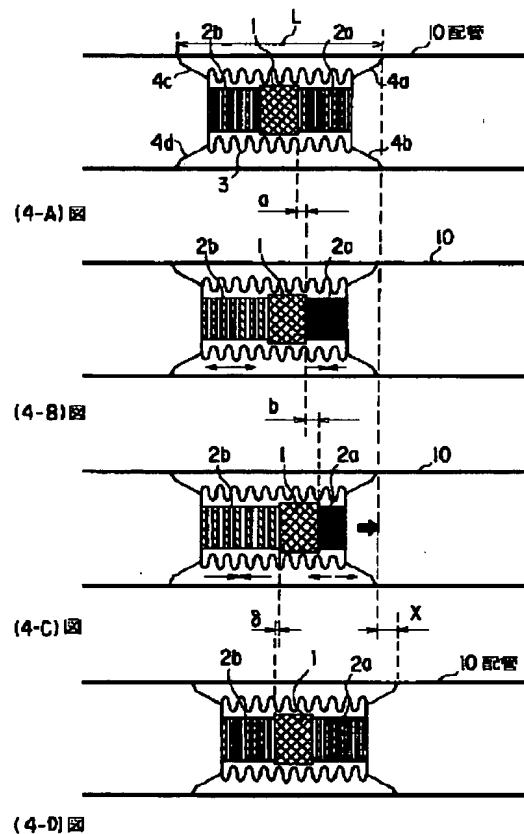
【図2】



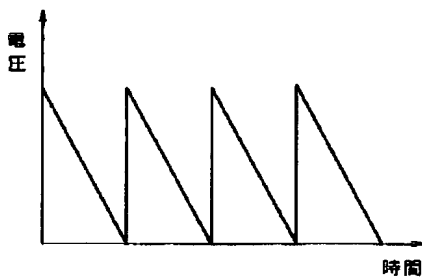
【図3】



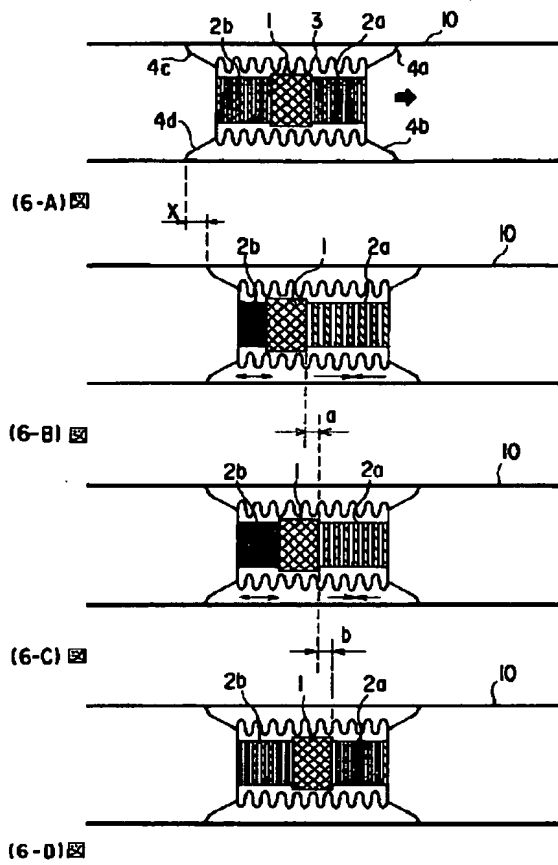
【図4】



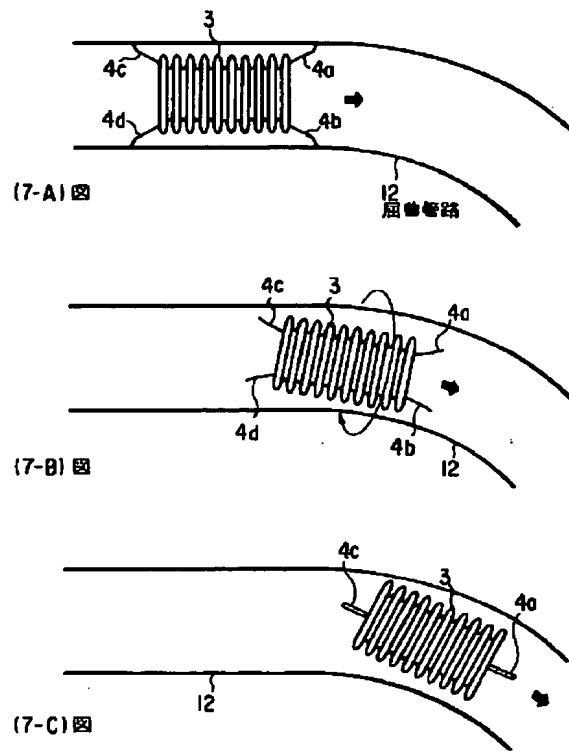
【図5】



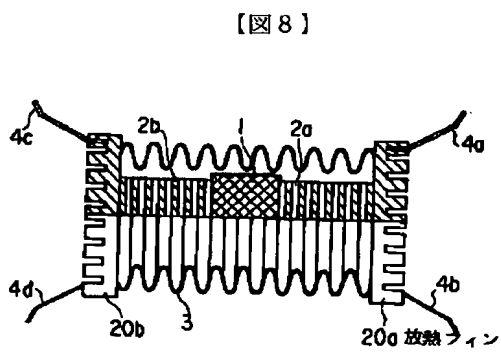
【図6】



【図7】

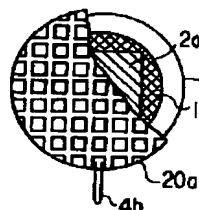


【図10】

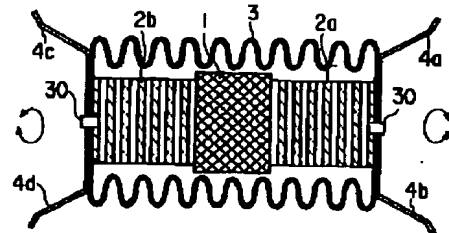


【図8】

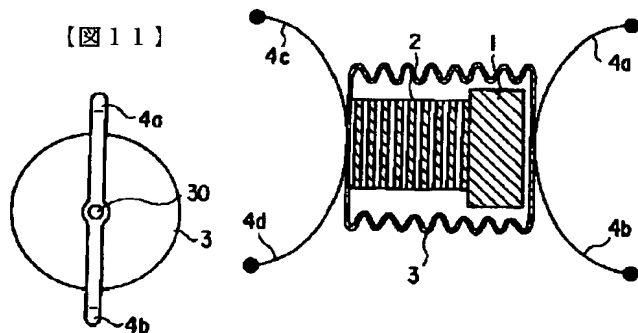
【図9】



【図12】



【図11】





フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

// G 0 2 B 23/24

識別記号

片内整理番号

F 1

B 6 2 D 57/02

技術表示箇所

J